MÉLANGES BIOLOGIQUES
TIRÉS DU
BULLETIN DE L'ACADÉMIE IMPÉPIALE DES SCIENCES
DE ST.-PÉTERSBOURG.
TOME IV.

$\frac{11}{23}$ December 1863.

Über die feine Structur des Kleinhirns der Fische, von Ph. Ofsjannikof.

Es wäre überflüssig bei der Beschreibung der Methode mich aufzuhalten, derer ich mich bei Anfertigung der Präparate bediente. Es ist die bekannte Methode, die in der letzten Zeit bei hystologischen Untersuchungen des centralen Nervensystems fast allgemein angewendet wurde. Härtung der Präparate in Chromsäure, Färbung der feinen Schnitte mit carminsaurem Ammoniak. Nur füge ich noch Folgendes hinzu. Nachdem die Schnitte sich gut gefärbt haben, spüle ich sie ein paar Mal mit Spiritus aus, trockne denselben ab und benetze dann die Präparate mit Creosot. Sie werden dann in einigen Minuten durchsichtiger. Das Creosot ist besonders von Kutschin, Prosector des Physiologischen Instituts in Kasan, mit grossem Erfolge angewendet worden. Ich muss gestehen. dass das Creosot viele Vorzüge vor andern zu diesem Zwecke angewendeten Mitteln besitzt. Sind die Präparate durchsichtig, so legt man auf dieselben einen Tropfen Damarlack oder Canadabalsam und bedeckt sie mit einem Deckgläschen. Zur Erforschung einiger besonderer Verhältnisse des Cen-

tralnervensystems leistet die verdünnte Schwefelsäure sehr gute Dienste.

Schon an dem Querschnitte des frischen kleinen Gehirns kann man mit blossem Auge die wesentlichen Theile desselben erkennen. In der Mitte sehen wir einen grauen Punkt, den Centralcanal, von beiden Seiten desselben röthliche Streifen, Gefässe; dann die weissliche Masse, Nervenfasern nebst Kernen; sie wird begrenzt durch einen Ring von schwachgrauer Farbe, die Rindenschicht. Zwischen der Rindenschicht und der weisslichen Masse bemerkt man einen mehr tiefgrau gefärbten Strich, es ist die Grenzschicht, wo sich zuweilen eine einfache, zuweilen aber auch eine mehrfache Lage von Nervenzellen befindet. Um aber eine tiefere Kenntniss in die Struckturverhältnisse zu erlangen, muss man schon zu Chromsäurepräparaten seine Zuflucht nehmen. An einem solchen feinen gut zubereiteten Querdurchschnitte sieht man Folgendes. In der Mitte oder etwas mehr nach unten d. h. zur untern Fläche, bemerkt man den Centralcanal oder die Centralhöhle. Das Epithel hat zuweilen Flimmerhaare und zuweilen keine. Es ist mir selbst nicht selten begegnet, dass im kleinen Gehirn, besonders bei grossen Fischen, die Centralhöhle gar nicht existirte. In der Nähe der Centralhöhle finden wir Bindegewebe, grössere Stämme von Blutgefässen, Nervenfasern theils in grösseren, theils in kleineren Bündeln zusammenliegend. Diese Bündel haben ihre Richtung von innen nach aussen. Je mehr sie sich der Peripherie nähern, zerfallen sie in kleinere Bündel nnd schliesslich in einzelne Fasern. Diese Nervenfasern sind sehr dünn, gehören zu den feinsten, die wir über-

haupt im thierischen Organismus vorfinden. Frisch untersucht bemerkt man an ihnen perlschnurartige Anschwellungen, die auch an allen andern feinen Nervenfasern leicht zu sehen sind. Hier haben die Fasern deutlich ihre drei Bestandtheile Cylinderaxis, Nervenmark und die Nervenhülle. Die Cylinderaxis ist nur an Chromsäurepräparaten gut zu sehen, jedoch selten so schön wie im Kleinhirn der Säugethiere. Die Nervenfasern färben sich mit carminsaurem Ammoniak roth, aber viel langsamer als das übrige Gewebe des kleinen Gehirns. Legen wir einen Querschnitt nur auf kurze Zeit in Wasser, zu dem einige Tropfen carminsauren Ammoniaks beigefügt sind, so färbt sich alles roth, während die Bündel gelblich erscheinen. Auf diese Weise kann man ihre Lage genauer studieren. Sie erscheinen als rundliche oder längliche Inseln von verschiedener Grösse, umgeben von röthlich gefärbten Elementen der sogenannten Körnerschicht. An der Grenze der Körnerschicht und der Rindenschicht, im Raume, wo die Nervenzellen liegen, findet man auch Nervenbündel, die sich durch ihre gelbe Farbe leicht unterscheiden lassen. Diese Bündel haben eine der Oberfläche parallele Richtung, also eine andere wie die übrigen, und ihre Dicke ist nie sehr beträchtlich.

Verfolgen wir die Fasern der früher beschriebenen Bündel, wo sie schon einzeln zu 2, 3, 4 oder 5 liegen, so wird es uns bei sorgfältiger Untersuchung und starker Vergrösserung möglich werden, den Zusammenhang der Fasern mit den sogenannten Kernen zu sehen. Die Nervenfaser giebt feine, kaum messbare Seitenzweige, die mit den Kernen zusammenhängen.

Auf diese Weise geschieht es, dass jede Nervenfaser, bevor sie zu der Nervenzellenschicht gelangt ist, eine vielfache Verbindung mit den Kernen eingehen muss. Mit wie vielen Kernen eine Nervenfaser sich verbindet, ist schwer zu sagen, jedoch muss ihre Zahl recht gross sein, wenn man berücksichtigt dass zuweilen ein kleiner Theil der Faser mit 15—20 Kernen zusammenhängt. Natürlich gelingt es fast nie, eine Faser in ihrem ganzen Verlaufe zu untersuchen.

Die Verbindung der Nervenfasern mit den Kernen ist längere Zeit bezweifelt worden. Dieses hat seinen Grund in der Schwierigkeit des zu untersuchenden Objectes. Gerlach,, welcher das Kleinhirn des Menschen untersuchte, will die Verbindung der Kerne mit doppelt contourirten Nerven beobachtet haben. Seiner Ansicht ist auch Hess, welcher seine Untersuchungen am Cerebellum des Menschen, der Säugethiere und der Fische angestellt hat; dagegen spricht sich aber Kölliker, einer der tüchtigsten und vorsichtigsten Forscher, sehr zurückhaltend aus. Eines Theils hält er die Kerne für indifferentes Stroma der Bindesubstanz zur Stütze des zarten Nervenplexus, anderen Theils hält er für wahrscheinlich, dass alle Nervenfasern mit den Kernen verbunden sind. Diese letzteren ist er nicht abgeneigt als Zellen zu bezeichnen.

Stieda[1]) endlich, der uns eine sehr schöne und werthvolle Abhandlung über das Centralnervensystem der Fische gegeben hat, erklärt sich gegen Hess und Gerlach und glaubt, dass unsre gegenwärtigen Hülfs-

1) Über das Rückenmark und einzelne Theile des Gehirns von *Esox Lucius.* Inaugural - Abhandlung von Ludwig Stieda p. 23. Dorpat 1861.

mittel zur gültigen Entscheidung dieser Frage nicht hinreichend sind. Stieda hat keinen Zusammenhang der dunkelrandigen Nervenfasern mit Kernen gesehen, obgleich er sich, wie er selbst sagt, anhaltend mit der Frage beschäftigt hat. Er sah zuweilen kurze Fädchen an den Kernen, jedoch konnte er sich nicht überzeugen, ob sie nervöser Natur seien oder etwa ein durch Chromsäure hervovgerufenes Gerinselproduct.

Meine Untersuchungen schliessen sich an die von Hess und Gerlach.

Ausserdem dass ich direct den Zusammenhang der doppelt contourirten Fasern mit den Kernen vermittelst feiner Zweige gesehen habe, so habe ich auch an den gesonderten Kernen sehr oft ziemlich lange Fortsätze beobachtet. Sie waren zwar sehr fein und blass, es konnte aber doch an ihnen, bei 700—1000 Vergrösserung, eine Varicosität entdeckt werden. Dort wo die Fortsätze von den Kernen abgingen, waren sie etwas dicker als in ihren übrigen Theilen. Es muss nun die Frage beantwortet werden, ob diese Elemente als Kerne oder Zellen zu bezeichnen sind, und ob dieselben zu Bindegewebe zu rechnen sind, oder ob sie nervöser Natur sind. Schon der Zusammenhang dieser Elemente mit den Nervenfasern ist ein hinlänglicher Grund sie für Nervenelemente zu erklären. Diese Ansicht wird noch unterstützt durch Behandlung dieser Elemente mit Reagentien, welche das Bindegewebe zerstören. Es lässt sich überhaupt kein besonderer Grund anführen, zu welchem Zweck ein solches Bindegewebestroma im thierischen Organismus sich an einer solchen Stelle befinden sollte. Vielmehr muss das häufige Vorkommen solcher Kerne an Nerven, im Centralsystem

und in den Sinnesorganen in uns die Vermuthung erwecken, dass diese Gebilde eine wichtige Rolle in der Function des Nervensystems zu spielen bestimmt sind.

Warum Stieda den Zusammenhang der Fasern mit den Zellen nicht gesehen hat, erkläre ich mir durch die Methode, die er bei seinen Untersuchungen angewendet hat. Er hat die Marksubstanz mit Nadeln zerrupft, um die Kerne zu isoliren. Die Nadeln sind aber gar zu grobe Instrumente, um nicht mit ihnen eine grosse Zerrüttung in dem zu untersuchenden Präparate anzurichten und die Kerne wirklich isoliren zu können. Besser ist es, wenn man ganz dünne Schnitte aus dem in Chromsäure oder Spiritus halberhärteten Gehirne macht, den Schnitt auf eine Glasplatte legt, mit einem Deckgläschen bedeckt und auf dasselbe einen kleinen Druck ausübt. Das zu untersuchende Object wird comprimirt, das ganze Gewebe rückt auseinander, und nun kann man das Verhältniss genauer studieren. Um übrigens in diesem Punkte ins Klare zu kommen, kann man auch vollkommen erhärtetes Gehirn und auch ganz frisches benutzen.

Untersucht man die genannten Gebilde bei starker Vergrösserung 700—1000 (ocul. 3 und 4. Obj. 9 u. 10 à immersion Hartnack), so findet man in ihrem innern Bau, in der fein granulirten Masse, die ihren Inhalt bildet, und ihrer mattgrauen Farbe viel Aehnlichkeit mit dem Inhalte der Nervenzellen. Noch ein Grund mehr, sie für Gebilde nervöser Natur zu halten.

Die Zahl der Fortsätze, welche man an ihnen findet, ist verschieden, selten über 4. Diese Fortsätze sind so zart, dass sie oft abreissen, und dann findet man die Kerne, namentlich in frischen Präparaten,

häufig umherschwimmend. Chromsäure färbt die Kerne gelb, Carmin-roth.

In den Kernen habe ich nicht selten an frischen Präparaten centrale, rundliche, hellere Körperchen gesehen. An andern Präparaten (z. B. beim Adler) sah ich einen schwachen Ring um den Kern, der aus grauer fein granulirter Masse bestand.

Einige von den Kernen waren deshalb den kleinen Nervenzellen in höchstem Grade ähnlich. Beide Bilder sprachen dafür, dass wir es hier mit kleinen Nervenzellen zu thun haben. Weil wir aber häufig Elemente antreffen, in denen der Kern nicht zu sehen ist, so würde ich diese Gebilde als Kerne bezeichnen.

Die Grenzschicht. Zwischen den Kernen und der Rindensubstanz ist eine feine Schicht, welche dem blossen Auge als Linie erscheint, wie ich schon oben erwähnt habe. Diese Schicht ist bei Fischen breiter, als bei Säugethieren, da man hier ausser den Nervenzellen auch ganze Bündel von Nervenfasern antrifft, deren Verlauf der Gehirnoberfläche parallel ist. Die Nervenzellen liegen auch weniger regelmässig, als bei höhern Thieren und weichen auch in der äusseren Form etwas von diesen ab.

Die Form der Zellen auf den Präparaten ist verschieden, bald sind sie rund, bald dreieckig, bald spindelförmig. Die runde Form ist eine zufällige und entsteht, wenn die Zelle quer durchschnitten wird. Die häufigste Form, der man auf guten Schnitten begegnet, ist eine spindelförmige. Die dreieckige Form, wo die Zelle auch 3 Fortsätze ausschickt, kommt gar nicht sehr selten vor. Auch habe ich Zellen mit 4 Fortsätzen gefunden.

Jede Zelle besitzt einen Kern und ein Kernkörperchen. In denen mit Carmin gefärbten Präparaten färbt sich das Kernkörperchen nicht selten roth, der Kern bleibt weiss; der Zelleninhalt färbt sich immer roth.

Man hat, wie ich glaube, bis jetzt dem Umstande wenig Aufmerksamkeit geschenkt, ob die Zellen eine Membran besitzen. Die Untersuchung, die ich früher an den Zellen des Rückenmarks beim Petromyzon und an den Ganglien der Krebse angestellt habe, zeigten mir, dass alle Nervenzellen eine Membran besitzen, obgleich dieselbe so fein ist und so eng an den Zelleninhalt sich anlegt, dass man mit grösster Schwierigkeit ihre Existenz nachweisen kann. Hier ist die Sache nicht leichter. Um sich darüber eine Gewissheit zu verschaffen, ist man genöthigt, Tausende von Zellen und zwar in verschiedenem Zustande, frisch, aus Chromsäure, mit Carmin gefärbt u. s. w. durchzusehen.

Nach meinen Untersuchungen denke ich die Ueberzeugung gewonnen zu haben, dass die genannten Nervenzellen alle eine Membran besitzen, die sich auch in die Rindenschicht erstreckt, und den Zellenfortsatz überzieht.

Indem ich hier auf die Zellenmembran aufmerksam mache, bin ich keienswegs der Meinung, dass eine Nervenzelle durchaus eine Membran haben müsse, wie man früher von jeder Zelle es angenommen hat, sondern ich glaube, dass eine specielle Untersuchug nichts aus den Augen lassen darf, und es wäre wünschenswerth, dass die späteren Forscher sich über diesen Gegenstand genauer aussprächen.

Die Grundform der Zelle ist eine spindelförmige; der eine Fortsatz, der auch immer am deutlichsten

und häufigsten zu sehen ist, geht fast immer in gerader Richtung in die Rindenschicht, während der andere, diesem entgegengesetzte, der nur an einigen wenigen Zellen verfolgt werden kann, in die Kernschicht hinläuft und dort eine vielfache Verbindung mit den Kernen eingeht.

Häufig sieht man die Zellen in ihrem Längsdurchmesser der Oberfläche parallel gelagert. Dann kann man auch die Fortsätze ziemlich weit verfolgen. Nachdem sie eine Zeitlang in gerader Richtung verlaufen, sieht man den einen doch in die Rindensubstanz eingehen, während der andere sich unsern Blicken entzieht.

In den Fällen wo man eine Zelle mit 3 Fortsätzen sieht, geht der eine in die Rindenschicht, der andere geht eine Zeitlang zur Grenzschicht, verschwindet dann, während der dritte sich in die Kernschicht begiebt. Die Frage, ob der zweite Fortsatz noch in die Rindenschicht eintritt, oder dazu bestimmt ist, aus dem Kleinhirn auszutreten, mag ich nicht entscheiden.

Die Rindensubstanz besteht aus den dicht an einander, meist parallel gelegenen Fortsätzen der Grenzzellenschicht, die in bindegewebiger Grundmasse eingebettet sind. Diese Substanz hat auf Längs- und Querschnitten ein radieres Ansehn. Ihre ganze Masse besteht fast nur aus Zellenfortsätzen, und ein sehr geringer Theil kommt dem Bindegewebe zu. Aus diesem Grunde haben wir ein volles Recht, dieselben mit den Platten der electrischen Organe zu vergleichen, wie schon einige Forscher es gethan haben. Bekanntlich ist in den Blättchen jener Organe der Fische die Verbreitung der Nerven eine sehr reiche; die Blättchen bestehen fast aus Nerven allein. Die Rindensub-

stanz bildet eine so fest zusammenhängende Masse, dass es nur mit der grössten Mühe und zwar mit Benutzung einiger Reagentien und besonderer Manipulationen gelingt, kleine Stücke der Zellenfortsätze abzusondern. Die Zellenfortsätze haben an ihrem Ursprunge eine ziemlich bedeutende Dicke, ja sie sind selbst dicker als die Nervenfasern der weissen Substanz des Kleinhirns. Verfolgt man sie zur Peripherie, so sieht man sie an Dicke zwar abnehmen, aber sehr allmählich.

Während man die Theilungen der Fortsätze in der Rindenschicht bei höhern Thieren in jedem Präparate leicht sehen und ebenso an den getheilten Ästen noch immer feinere und feinere Theilungen beobachten kann, findet man solche Verhältnisse bei den Fischen nicht. Hier kann man die Fortsätze von ihrem Ursprunge, von der Zelle bis zu der Peripherie verfolgen. Nur ausnahmsweise selten gelingt es, die Theilung des Fortsatzes zu sehen, und dann nur an seinem peripherischen Ende.

Gelingt es uns zuweilen, einen Fortsatz von den übrigen zu trennen, was nur in Bruchstücken geschehen kann, so erscheinen die Contouren desselben nie eben und gerade, sondern man bemerkt an den Fortsätzen feine kurze kleine Härchen, mit welchen derselbe dicht von allen Seiten in seinem ganzen Verlaufe besetzt ist.

An dem peripherischen Ende des Fortsatzes, wo derselbe dünner wird, werden die Härchen etwas länger. Eine genauere Untersuchung derselben führt mich zu der Annahme, dass diese Härchen feine Äste der Fortsätze sind. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die ein-

zelnen Fortsätze durch diese feinen Äste mit einander zusammenhängen, denn sonst liesse es sich schwer erklären, warum es so selten gelingt, die Fortsätze von einander zu trennen. Es bleibt noch eine Frage zu beantworten, ob diese Fortsätze nackte Axencylinder sind, oder ob sie eine sie umkleidende Membran besitzen. Es gelang mir in den feinen Schnitten der halb erhärteten Rindensubstanz aus dem Kleinhirn der Fische, durch Druck auf das Deckgläschen, Risse hervorzubringen, in denen ich bei starker Vergrösserung mehrere feine Spinngeweben ähnliche Faden bemerkte, welche das Aussehn feiner Nerven hatten. In einigen vereinzelten Fällen glaubte ich an ihnen eine Varicosität zu bemerken.

Übrigens wenn wir an den Zellen der Grenzschicht die Existenz einer Membran zulassen, so hat es für uns nichts Befremdendes, wenn dieselbe sich auch auf den Zellenfortsatz erstreckt.

Ausser der radieren Streifung in der Rindensubstanz bemerkte ich sehr oft, besonders an der Basis des Kleinhirns, eine Längsstreifung. Stieda [2]) hält diese Streifung für eine Eigenthümlichkeit der Grundsubstanz. Ich will nicht in Abrede stellen, dass die Grundsubstanz zuweilen die Ursache einer solchen Querstreifung ist, finde aber dass eine solche auch häufig einerseits von den, an den Fortsätzen sich befindenden, feinen Härchen bedingt wird, andererseits habe ich mich überzengt, dass zuweilen dieselbe durch wirkliche Nerven hervorgebracht wird.

Die Rindensubstanz umgiebt das Kleinhirn der Fi-

---

2) Stieda p. 25.

sche nicht vollkommen regelmässig von allen Seiten, sondern fehlt in der Mittellinie desselben, an der obern und untern Fläche, und anstatt der radieren finden wir dort eine Längsstreifung.

Ausser dem Kleinhirne der Fische (Brachsen, Sander, Hecht, Barsch u. s. w.) untersuchte ich dasselbe beim Frosch, Adler, Huhn, Ochsen und beim Menschen; überall sah ich einestheils den Zusammenhang der Fasern der weissen Substanz mit den Kernen der Kernschicht, anderntheils den Zusammenhang der Grenzschicht mit denselben Kernen, die ich zu den Nervenelementen und nicht zu Bindegewebe zähle. Das Verhalten der Zellenfortsätze in der Rindensubstanz scheint aber bei verschiedenen Thierclassen verschieden zu sein.

(Aus dem Bulletin, T. VII, p. 157—166.)